

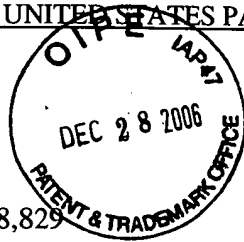
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent of:

Bin XU et al.

Application No. 10/558,829

Filed: November 29, 2005



: Confirmation No.: 6774  
:  
: Art Unit:  
:  
: Examiner:  
:

For: METHOD AND APPARATUS FOR PRECISE FIRST-PATH DETECTION IN  
CDMA MOBILE COMMUNICATIONS SYSTEM

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT AND CLAIM FOR PRIORITY

**MAIL STOP – PCT**

Commissioner of Patents  
U.S. Patent and Trademark Office  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., Applicants hereby claim the benefit of the filing date of China Application No. 03138560.5 filed May 28, 2003, for the above identified United States Patent Application.

In support of Applicants' claim for priority, filed herewith is the certified copy of the Chinese document.

No fee is believed due in connection with the submission of this priority document. Please charge any fee deficiencies or credit any overpayments to Deposit Account No. 50-2036, referencing docket 56815.00600.

Respectfully submitted,

BAKER & HOSTETLER LLP

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Leo J. Jennings".

Leo J. Jennings  
Reg. No. 32,902

Date: December 28, 2006  
Washington Square, Suite 1100  
1050 Connecticut Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20036  
Phone: (202) 861-1500  
Fax: (202) 861-1783

BEST AVAILABLE COPY

# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

0P05'0088P/US

申 日: 2003.05.28

申 号: 03138560.5

申 别: 发明

发明 称: C D M A 移动通信系统中精确的首径判决方法

申 人: 华为技术有限公司

发明 人: 徐斌、郭房富、刁心玺、叶环球

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

田力普

2005 年 12 月 2 日

# 权利要求书

1、一种 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征在于包括以下步骤：

5 a、噪声门限计算模块从匹配滤波模块输入多径功率时延轮廓，计算首径判决中的噪声门限，并把该噪声门限输出给旁瓣抑制模块；

b、旁瓣抑制模块根据噪声门限和旁瓣抑制算法进行旁瓣抑制处理，判断多径功率时延轮廓中，是否有超过噪声门限的点，如果是，则进行旁瓣抑制处理后输出候选首径给首径模糊判定和校正模块，否则置首径不存在标志，并退出  
10 整个首径判决过程；

c、首径模糊判定和校正模块根据候选首径的位置判断是否是首径模糊，如果是，则继续进行首径模糊的校正处理，得到校正后的最终首径位置，并退出整个首径判决过程；否则，把步骤 b 输入的候选首径输出给二次曲线插值模块；

d、二次曲线插值模块根据二次曲线插值首径计算公式完成最终首径位置的  
15 计算，输出最终首径的位置。

2、如权利要求 1 所述的 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征在于所述的步骤 b，进一步包括：

b1、接收噪声门限计算模块输入的噪声门限；

b2、令首径判决的起始位置  $i = 0$ ；

20 b3、从  $i$  开始，寻找多径功率时延轮廓中，第一个超过噪声门限的极大值点位置  $j$ ，如果在整个多径功率时延轮廓中，没有这样的极大值点，则置超过噪声门限的极大值点不存在标志；

b4、判断多径功率时延轮廓中是否存在超过噪声门限的极大值点，如果不存在，则转入步骤 b5；否则转入步骤 b6；

25 b5、置首径不存在标志，并退出整个首径判决过程；

b6、找出  $j$  之后  $N$  码片之内的最大值；

b7、判断上述最大值功率是否比位置  $j$  处的功率大  $M$  dB 以上，如果是，  
则转入步骤 b8；否则转入步骤 b9；

b8、令  $i$  为  $j$  之后的下一个采样点，并转入步骤 b3；

b9、置首径存在标志，记候选首径的位置为  $j$ 。

3、如权利要求 2 所述的 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征  
在于所述的步骤 b6 中， $N$  的取值范围为：3.5 至 4.0。

4、如权利要求 2 所述的 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征  
在于所述的步骤 b7 中， $M$  的取值范围为：12 至 14。

5、如权利要求 1 所述的 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征  
在于所述的步骤 c，进一步包括：

c1、接收旁瓣抑制模块输入的候选首径  $j$ ；

c2、计算首径模糊判定门限；

c3、从候选首径  $j$  的位置开始，向前找出第一个低于首径模糊判定门限的  
位置  $k$ ，并记： $k=k+1$ ；

c4、判断位置  $j$  与位置  $k$  之间的间距是否大于等于 1.5 码片，如果是，转  
入步骤 c6；否则转入步骤 c5；

c5、置首径不模糊标志，并转入步骤 d；

c6、置首径模糊标志；

c7、对候选首径  $j$  进行首径模糊校正，得出最终首径位置。

6、如权利要求 5 所述的 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征  
在于所述的步骤 c2 中，计算首径模糊判断门限的方法为：

计首径门限为首径功率减小  $M$  dB 的功率值，则首径模糊判定门限就为首  
径门限和噪声门限的最大值。

7、如权利要求 6 所述的 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征  
在于所述的  $M$  的取值范围为：12 至 14。

8、如权利要求 5 所述的 CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法，其

特征在于所述的步骤 c7 中，首径模糊校正方法为下述方法之一：

首径等于位置k右移NUM个码片的位置，其中，NUM的取值范围为：0.9至1.1；

首径等于位置j 左移NUM个chips的位置，其中，NUM的取值范围为：0.9至1.1；

首径等于j和k之间的样点所组成的序列的拐点处的位置。

9、如权利要求1所述的CDMA移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征在于所述的步骤d进一步包括：

d1、接收步骤c输入的候选首径j；

d2、根据二次曲线插值首径计算公式，完成最终首径位置的计算，输出最终首径的位置；

d3、退出整个首径判决过程。

10、如权利要求9所述的CDMA移动通信系统中精确的首径判决方法，其特征在于所述的步骤d2中，二次曲线插值首径计算公式为：

$$FP = X1 + (Y0 - Y2) / (2 * (Y0 - 2 * Y1 + Y2))$$
 当Y0、Y2均存在时；

$$FP = X1$$
 当Y0或Y2不存在时；

其中，FP为计算得出的最终首径位置，初始输入首径位置为X1；初始输入首径左边的采样点的位置为X0；初始输入首径右边的采样点的位置为X2；并相应地，记：初始输入首径处的功率为Y1； 初始输入首径左边的采样点的功率为Y0； 初始输入首径右边的采样点的功率为Y2。

## CDMA 移动通信系统中精确的首径判决方法

### 技术领域

本发明涉及移动通信领域，尤其涉及一种为CDMA移动通信系统中移动台  
5 定位所用的精确首径判决方法。

### 技术背景

首径判决是基于蜂窝移动通信系统实现移动台定位的前提，首径判决的精度直接决定了移动台定位的精度。如：基于WCDMA（宽带码分多址）系统的  
10 OTDOA-IPDL（观测时间差 - 下行链路空闲周期）定位方法，需要UE（移动台）或基站进行一些无线信号的测量，这些测量包括：UE侧的SFN-SFN OTDOA（观测时间差）类型2测量、UE Rx-Tx（移动台收 - 发时间差）类型2测量，以及基站侧的RTT（往返时间）测量。以上这些测量值的获得，均需要UE或基站对相应的无线信号进行首径判决。所以，首径判决的精度直接决定了上述  
15 测量值的精度，进而决定了该类基于无线蜂窝网络的移动台定位方法的定位精度。

现有的技术中，普通首径判决方法主要分两步实现。第一步，求取多径功率时延轮廓的噪声门限；第二步，寻找多径功率时延轮廓中第一个超过噪声门限的极大值，该极大值处的位置即被确定为首径。

20 如上文所述的普通首径判决方法，没有考虑到以下两个因素对首径判决的影响：旁瓣和首径模糊，导致所判决得到的首径在较复杂的无线传播环境中就会出现较大的首径判决误差。

一般上，CDMA移动通信系统中，无线信号的发射和接收均会采用低通成形滤波，如WCDMA系统中的RRC（根升余弦）滤波。由于低通成形滤波具有  
25 不可忽略的旁瓣，所以，在无线信号的接收端，无线信号经过匹配滤波之后，

各个径的左右就都会出现旁瓣。如果首径左边的旁瓣超过了噪声门限（如图1所示），那么，普通首径判决方法就会把首径左边的旁瓣误判成首径，导致首径判决出现了较大的误差。

另外，无线信号的传播存在多径效应。当多条径之间的幅度、相位、径间距满足一定条件的情况下，后面的径就会把前面的径本该有的极大值模糊掉，如果首径被模糊掉，就称之为：首径模糊。如图2所示，首径被后面的第二径模糊掉，导致首径处的极大值消失，那么，普通首径判决方法就会误把后面的径当成首径，导致首径判决出现了较大的误差。

数字CDMA移动通信系统中，在无线信号的接收端，都会对接收到的信号进行有限倍数的采样。所以，普通首径判决方法，通过判决具有离散样点的多径功率时延轮廓上的极大值点位置来作为首径，只能做到有限倍数的首径分辨率，其首径判决分辨率受限于接收端采样的倍数。

## 发明内容

本发明的目的是提出一种CDMA移动通信系统中精确的首径判决方法，通过采用旁瓣抑制策略、首径模糊判定和修正策略、以及二次曲线插值策略，克服普通首径判决方法无法克服的旁瓣、首径模糊、以及首径分辨率受限等三大问题。

为此，本发明采用如下方案：

一种CDMA移动通信系统中精确的首径判决方法，包括以下步骤：

a、噪声门限计算模块从匹配滤波模块输入多径功率时延轮廓，计算首径判决中的噪声门限，并把该噪声门限输出给旁瓣抑制模块；

b、旁瓣抑制模块根据噪声门限和旁瓣抑制算法进行旁瓣抑制处理，判断多径功率时延轮廓中，是否有超过噪声门限的点，如果是，则进行旁瓣抑制处理后输出候选首径给首径模糊判定和校正模块，否则置首径不存在标志，并退出整个首径判决过程；

69

c、首径模糊判定和校正模块根据候选首径的位置判断是否是首径模糊，如果是，则继续进行首径模糊的校正处理，得到校正后的最终首径位置，并退出整个首径判决过程；否则，把步骤 b 输入的候选首径输出给二次曲线插值模块；

d、二次曲线插值模块根据二次曲线插值首径计算公式完成最终首径位置的  
5 计算，输出最终首径的位置。

所述的步骤 b，进一步包括：

b1、接收噪声门限计算模块输入的噪声门限；

b2、令首径判决的起始位置  $i = 0$ ；

b3、从  $i$  开始，寻找多径功率时延轮廓中，第一个超过噪声门限的极大值  
10 点位置  $j$ ，如果在整个多径功率时延轮廓中，没有这样的极大值点，则置超过噪声门限的极大值点不存在标志；

b4、判断多径功率时延轮廓中是否存在超过噪声门限的极大值点，如果不存在，则转入步骤 b5；否则转入步骤 b6；

b5、置首径不存在标志，并退出整个首径判决过程；

15 b6、找出  $j$  之后  $N$  码片之内的最大值；

b7、判断上述最大值功率是否比位置  $j$  处的功率大  $M$  dB 以上，如果是，  
则转入步骤 b8；否则转入步骤 b9；

b8、令  $i$  为  $j$  之后的下一个采样点，并转入步骤 b3；

b9、置首径存在标志，记候选首径的位置为  $j$ 。

20 所述的步骤 b6 中， $N$  的取值范围为：3.5 至 4.0。

所述的步骤 b7 中， $M$  的取值范围为：12 至 14。

所述的步骤 c，进一步包括：

c1、接收旁瓣抑制模块输入的候选首径  $j$ ；

c2、计算首径模糊判定门限；

25 c3、从候选首径  $j$  的位置开始，向前找出第一个低于首径模糊判定门限的位置  $k$ ，并记： $k=k+1$ ；



c4、判断位置 j 与位置 k 之间的间距是否大于等于 1.5 码片，如果是，转入步骤 c6；否则转入步骤 c5；

c5、置首径不模糊标志，并转入步骤 d；

c6、置首径模糊标志；

c7、对候选首径 j 进行首径模糊校正，得出最终首径位置。

所述的步骤 c2 中，计算首径模糊判断门限的方法为：

计首径门限为首径功率减小 M dB 的功率值，则首径模糊判定门限就为首径门限和噪声门限的最大值。

所述的 M 的取值范围为：12 至 14。

所述的步骤 c7 中，首径模糊校正方法为下述方法之一：

首径等于位置 k 右移 NUM 个码片的位置，其中，NUM 的取值范围为：0.9 至 1.1；

首径等于位置 j 左移 NUM 个 chips 的位置，其中，NUM 的取值范围为：0.9 至 1.1；

首径等于 j 和 k 之间的样点所组成的序列的拐点处的位置。

所述的步骤 d，进一步包括：

d1、接收步骤 c 输入的候选首径 j；

d2、根据二次曲线插值首径计算公式，完成最终首径位置的计算，输出最终首径的位置；

d3、退出整个首径判决过程。

所述的步骤 d2 中，二次曲线插值首径计算公式为：

$$FP = X1 + (Y0 - Y2) / (2 * (Y0 - 2 * Y1 + Y2))$$
 当 Y0、Y2 均存在时；

$$FP = X1$$
 当 Y0 或 Y2 不存在时；

其中，FP 为计算得出的最终首径位置，初始输入首径位置为 X1；初始输入首径左边的采样点的位置为 X0；初始输入首径右边的采样点的位置为 X2；并相应地，记：初始输入首径处的功率为 Y1；初始输入首径左边的采样点的功

率为Y0; 初始输入首径右边的采样点的功率为Y2。

本发明所述的首径判决策略相比普通首径判决方法, 有以下三个优点:

- 1、能够自动识别和剔除旁瓣, 解决了旁瓣对首径判决精度影响的问题;
- 2、能够自动判定首径是否被模糊, 并能够在首径模糊的情况下, 对首径进行精确的校正。解决了首径模糊对首径判决精度影响的问题;
- 3、利用二次曲线插值提高首径判决的分辨率。解决了普通首径判决方法分辨率受采样率限制的问题。

#### 附图说明

- 10 图1是现有技术中旁瓣示意图;  
图2现有技术中首径模糊示意图;  
图3是现有技术中无线信号接收和首径判决示意图;  
图4是本发明首径判决过程中的各个模块;  
图5是本发明旁瓣抑制流程图;  
15 图6是本发明首径模糊判定与校正流程图;  
图7是本发明二次曲线插值流程图;  
图8是本发明不同首径判决方法的误差比较图。

#### 具体实施方式

- 20 为了使本发明能够更加容易被理解, 下面结合说明书附图来说明本发明的具体实施方式。

本发明提出了一种CDMA移动通信系统中精确的首径判决方法, 通过采用旁瓣抑制策略、首径模糊判定和修正策略、以及二次曲线插值策略, 它克服了上述普通首径判决方法无法克服的旁瓣、首径模糊、以及首径分辨率受限等三大问题。该发明的应用将大大提高基于CDMA移动通信系统的移动台定位的精度。

图3给出了CDMA移动通信系统中典型的无线信号接收和首径判决过程。匹配滤波模块在对接收到的无线信号进行匹配滤波后，输出多径功率时延轮廓给首径判决模块，首径判决模块接着完成首径判决的整个过程，最后输出首径信息。本发明所述的首径判决方法也将基于这样的无线信号接收和首径判决过程。

如图4所示，本发明所述的首径判决过程中的各个模块，主要包括：噪声门限计算模块4、旁瓣抑制模块5、首径模糊判定和校正模块6、二次曲线插值模块7。与此相适应，本发明的首径判决方法包括以下步骤：

a、噪声门限计算模块4从匹配滤波模块输入多径功率时延轮廓，应用常规方法计算首径判决中的噪声门限，并把该噪声门限输出给旁瓣抑制模块5。

b、旁瓣抑制模块5接收噪声门限计算模块4输入的噪声门限，并根据噪声门限和旁瓣抑制算法进行旁瓣抑制处理。如果发现多径功率时延轮廓中，没有任何超过噪声门限的点，那么，就置首径不存在标志，并退出整个首径判决过程；否则，输出候选首径给首径模糊判定和校正模块6。

c、首径模糊判定和校正模块6接收旁瓣抑制模块5输入的候选首径，根据候选首径的位置进行首径模糊的判定处理，得到首径是否模糊的标志。如果是首径模糊，则继续进行首径模糊的校正处理，得到校正后的最终首径位置，并退出整个首径判决过程；否则，把从旁瓣抑制模块5输入的候选首径输出给二次曲线插值模块7。

d、二次曲线插值模块7接收首径模糊判定和校正模块6输入的候选首径，根据二次曲线插值首径计算公式（1），完成最终首径位置的计算，输出最终首径的位置，并退出整个首径判决过程。二次曲线插值首径计算公式（1）如下：

$$FP = X1 + (Y0 - Y2) / (2 * (Y0 - 2 * Y1 + Y2)) \quad \text{当 } Y0、Y2 \text{ 均存在时；}$$

$$FP = X1 \quad \text{当 } Y0 \text{ 或 } Y2 \text{ 不存在时；}$$

其中，FP为计算得出的最终首径位置，初始输入首径位置为X1；初始输入首径左边的采样点的位置为X0；初始输入首径右边的采样点的位置为X2；并

相应地，记：初始输入首径处的功率为 $Y1$ ； 初始输入首径左边的采样点的功率为 $Y0$ ； 初始输入首径右边的采样点的功率为 $Y2$ 。

如图5所示，是旁瓣抑制模块5的旁瓣抑制处理流程。其主要步骤如下：

步骤501： 接收噪声门限计算模块4输入的噪声门限。

步骤502： 令首径判决的起始位置 $i = 0$ ，即：多径功率时延轮廓的起点。

步骤503： 从 $i$ 开始，寻找多径功率时延轮廓中，第一个超过噪声门限的极大值点位置 $j$ 。如果在整个多径功率时延轮廓中，都没有任何这样的极大值点，那么，就置超过噪声门限的极大值点不存在标志。

步骤504： 判断多径功率时延轮廓中是否存在超过噪声门限的极大值点？ 如果不存在，则转入步骤505； 否则转入步骤506。

步骤505： 置首径不存在标志，并退出整个首径判决过程。

步骤506： 找出 $j$ 之后 $N$  chips（码片）之内的最大值。其中，  $N$ 的取值范围为：3.5至4.0。

步骤507： 判断上述最大值功率是否比位置 $j$ 处的功率大 $M$  dB（分贝）以上？

如果是，则转入步骤508； 否则转入步骤509。其中，  $M$ 的取值范围为：12至14。

步骤508： 令 $i$ 为 $j$ 之后的下一个采样点，并转入步骤503。

步骤509： 置首径存在标志，记候选首径的位置为 $j$ 。并转入首径模糊判定和校正模块6。

如图6所示，给出了首径模糊判定和校正模块6的处理流程。其主要步骤如下：

步骤601： 接收旁瓣抑制模块5输入的候选首径 $j$ 。

步骤602： 计算首径模糊判定门限。计首径门限为首径功率减小 $M$  dB的功率值，则首径模糊判定门限就为首径门限和噪声门限的最大值。 其中，  $M$ 的取值范围为：12至14。

步骤603： 从候选首径 $j$ 的位置开始，向前找出第一个低于首径模糊判定门限的位置 $k$ ，并记： $k = k + 1$ 。

步骤604: 判断位置j与位置k之间的间距是否大于等于1.5 码片? 如果是, 则转入步骤606; 否则, 转入步骤605。

步骤605: 置首径不模糊标志, 并转入二次曲线插值模块7。

步骤606: 置首径模糊标志。

步骤607: 对候选首径j进行首径模糊校正, 得出最终首径位置。其中, 首径模糊校正的方法可以有如下三种:

首径模糊校正方法一: 最终首径等于位置k右移NUM个chips的位置。其中, NUM的取值范围为: 0.9至1.1。

首径模糊校正方法二: 最终首径等于位置j左移NUM个chips的位置。其中, NUM的取值范围为: 0.9至1.1。

首径模糊校正方法三: 最终首径等于j和k之间的样点所组成的序列的拐点处的位置。

步骤608: 退出整个首径判决过程。

如图7所示给出了二次曲线插值模块7 的处理流程。其主要步骤如下:

步骤701: 接收首径模糊判定和校正模块6输入的候选首径j。

步骤702: 根据二次曲线插值首径计算公式(1), 完成最终首径位置的计算, 输出最终首径的位置。

步骤703: 退出整个首径判决过程。

本发明的改进效果已经经过外场测试验证。外场测试环境包括多个典型的城区环境和郊区环境, 其多径传播环境比较复杂, 存在较多的影响首径精确判决的旁瓣和首径模糊现象, 并且还可能存在目前算法无法很好消除的非可视距传播误差。外场测试结果表明, 普通首径判决算法无法解决旁瓣和首径模糊问题, 存在着较大的首径判决误差; 而本发明所述的首径判决算法, 很好地解决了上述旁瓣和首径模糊问题, 因而本发明较普通首径判决算法在性能上有很大的提高。本发明同普通首径判决方法的测试统计结果比较如表1所示; 另外, 图8还给出了两种方法的误差累积分布(CDF)图。从表1和图8中可以看出, 应用本

发明之后，不但可以降低首径判决误差的均值，而且还可以降低首径判决误差的方差。本发明相比普通首径判决方法，它大大提高了首径判决的精确度。

表1不同首径判决方法的误差比较

方法	误差均值 (码片)	误差方差 (码片)
普通首径判决方法	1.2	4.3
本发明的首径判决方法	0.7	2.5

5 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

说明书附图

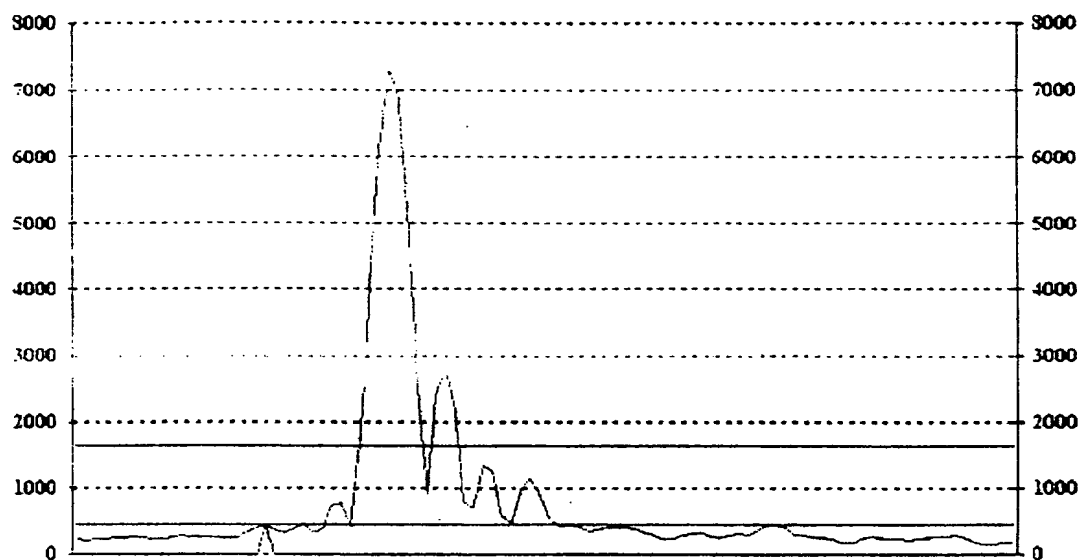


图 1

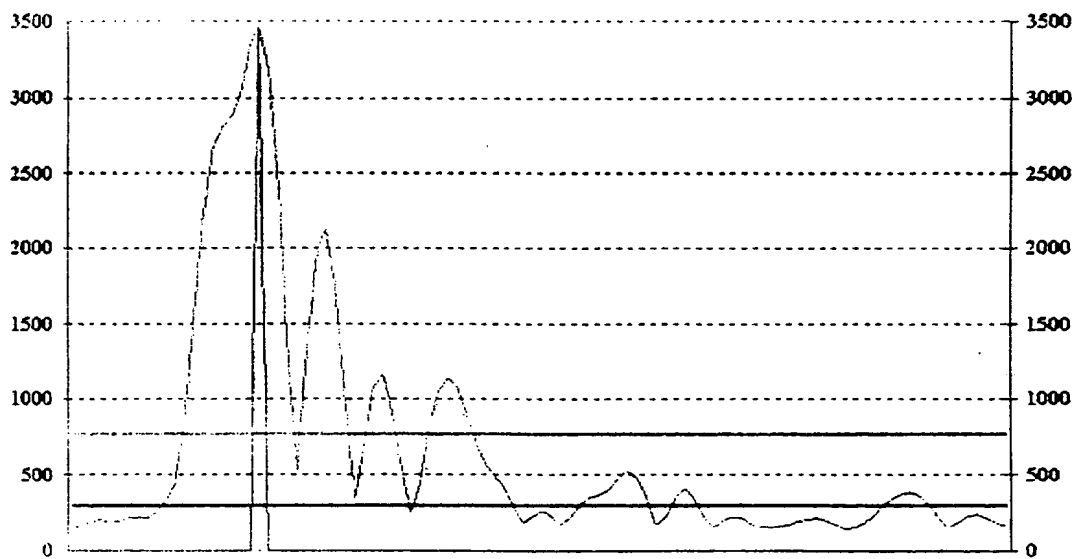


图 2

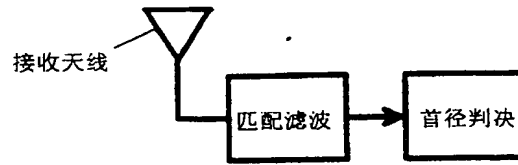


图 3

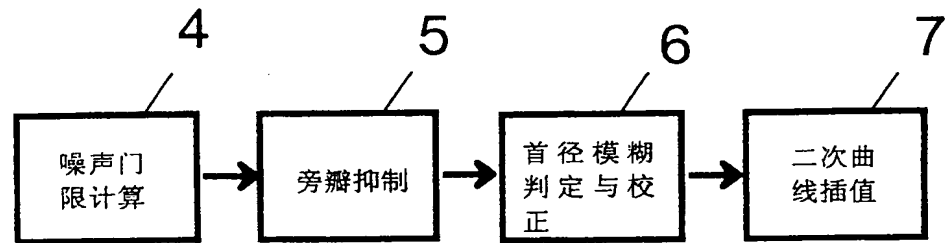


图 4



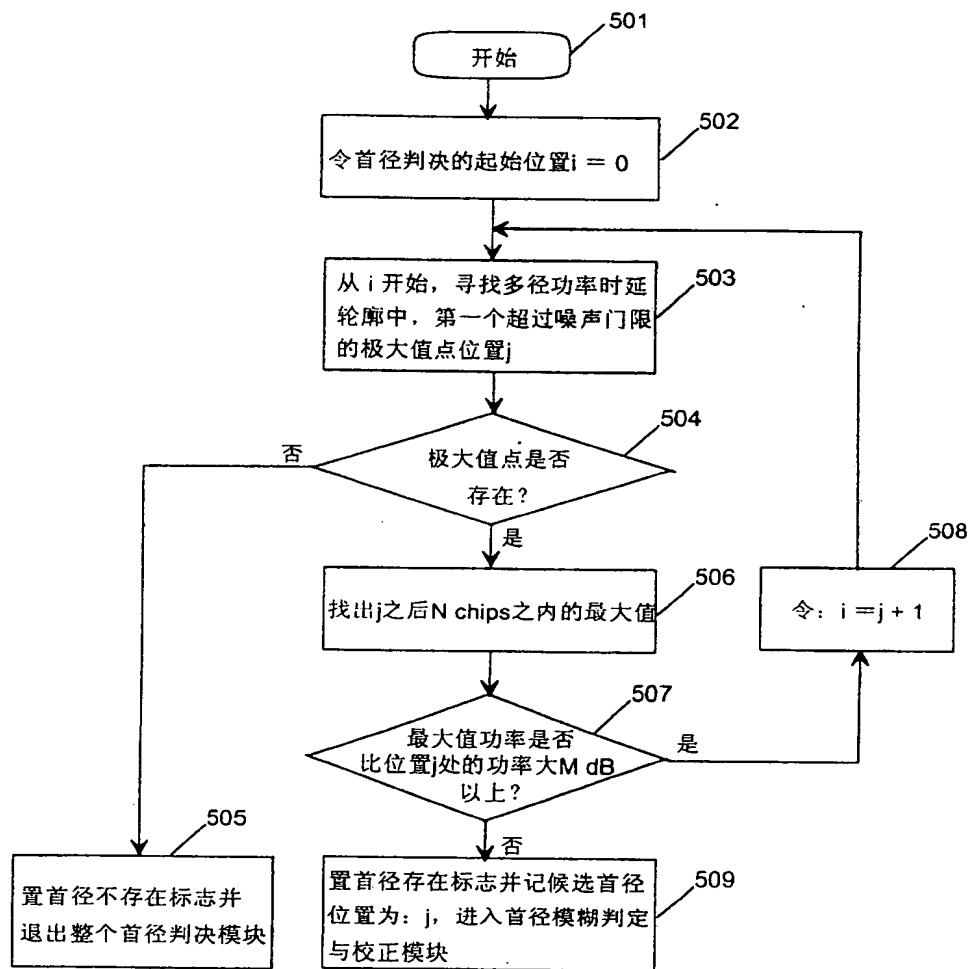


图 5

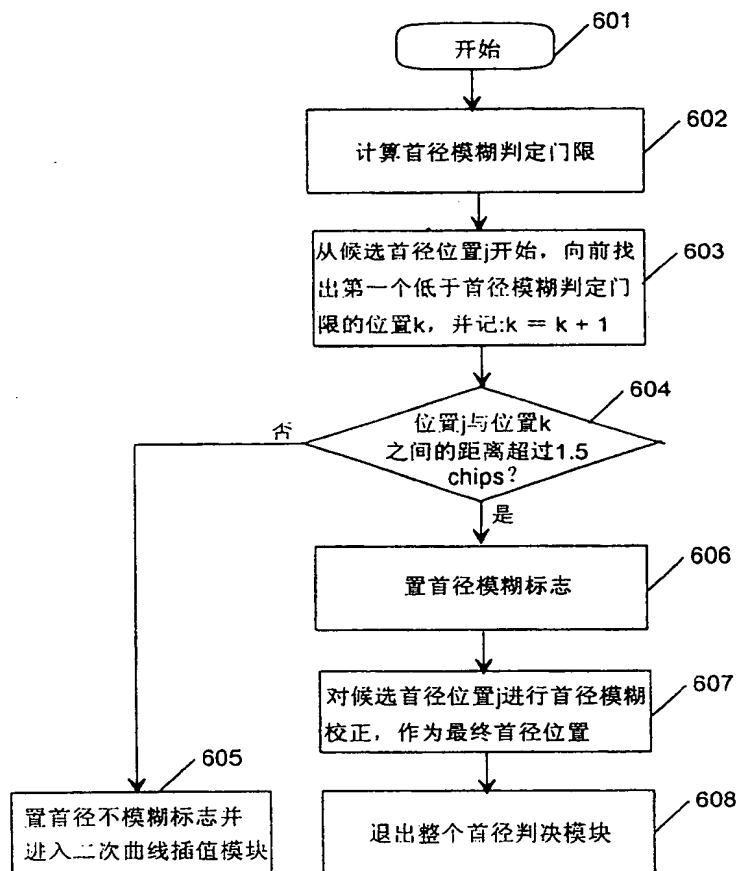


图 6

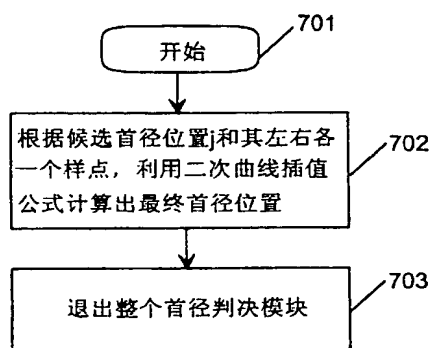


图 7

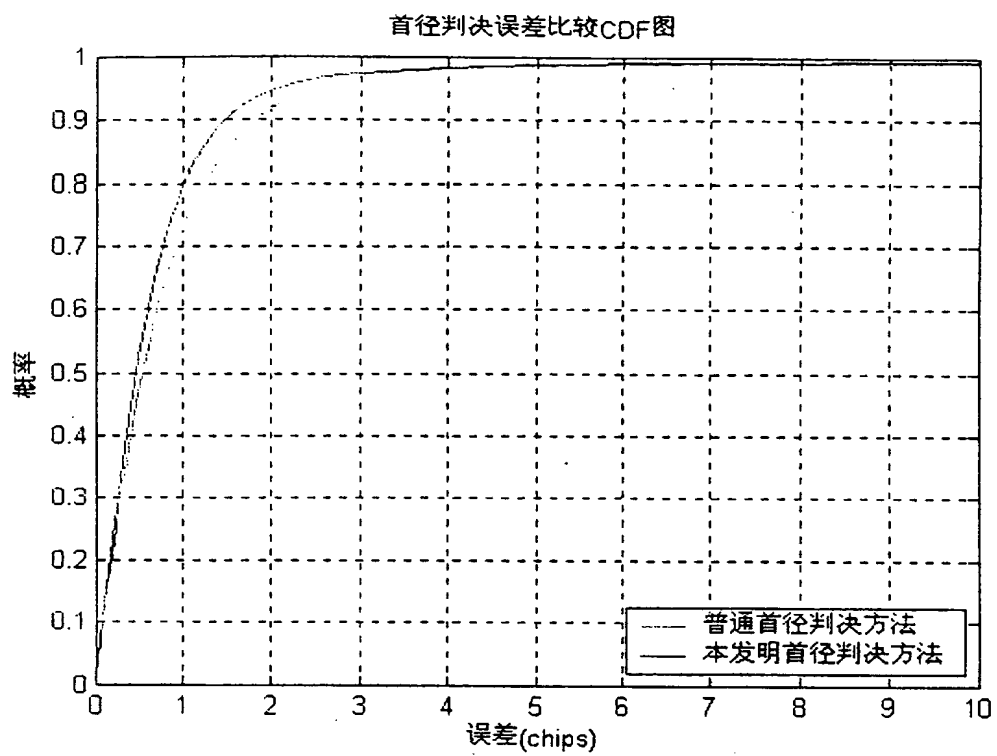


图 8